Міністерство освіти України
КРИВОРІЗЬКИЙ ГІРНИЧОРУДНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

НІКОНЕЦЬ Віктор Ілліч

ГЕОМЕХАНІЧНІ І ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ПОРОДНОГО МАСИВУ ПРИ ПІДЗЕМНІЙ РОЗРОБЦІ МАРГАНЦЕВИХ РОДОВИЩ

Спеціальність - 05.15.02
Підземна розробка родовищ корисних копалин

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Кривий Ріг - 1994

Робота виконана в Науково-дослідному гірничорудному інституті /м.Кривий Ріг/.

Офіційні опоненти :

доктор технічних наук, професор В.А. Щелканов

доктор технічних наук, професор А.І. Зільберман

доктор технічних наук, професор Б.М. Усаченко

Провідна організація - Державний Марганецький гірничо-збагачувальний комбінат.

Захист дисертації відбудеться 15 грудня 1994 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої ради Д 16.01.03 Криворізького гірничорудного інституту у приміщенні Науково-дослідного гірничорудного інституту за адресою: 324086, м.Кривий Ріг, пр.Гагаріна,57. Адреса Криворізького гірничорудного інституту: 324027, м.Кривий Ріг, вул. XXII партз'їзду, 11.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці інституту за адресою: 324002, м.Кривий Ріг, вул.Пушкіна, 37.

Автореферат розіслано 15 листопада 1994 р.

Учений секретар
спеціалізованої ради,
кандидат технічних наук,
професор Г.Т.Фаустов

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00777200 (N)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. В Україні є два найбільших у світі марганцевих родовища, де щороку видобувається 10...16 млн.т. марганцевої руди, яка використовується при виробництві феросплавів, чугуну і сталі.

Нині на Марганецькому і Таврійському ГЗКах в розробку залучаються дільниці покладів із складними гірничо-геологічними умовами, які відрізняються порівняно підвищеною глибиною залягання корисних копалин, слабкостійкість і високообводненість вміщуючої породи, наявність включень із скелястої породи. Експлуатація дільниць супроводжується розвитком високого гірничого тиску в зоні очисних робіт, що призводить до зниження продуктивності забоїв, підвищення втрат корисних копалин та витрат на підтримання підготовчих виробок не менше ніж в 1,5 ... 2,0 рази. Складність кількісної оцінки і обліку геомеханічних процесів у масиві в зоні очисних робіт полягає в тому, що задачу доводиться вирішувати при безперервно змінюючихся фізико-механічних властивостях вміщуючої породи, геологічних та технологічних факторах. Тим часом сучасна практика управління піщано-глинистим масивом базується на тих закономірностях та технологічних засобах, які були отримані при виїмці руди короткими стовпами і заходками при підтримці виробок підпірним кріпленням з низькою несучою здатністю. Після освоєння технології виїмки руди лавами з безперервним конвейєрним транспортом руди від забоїв до поверхні та технології виїмки руди довгими комплексно-механізованими заходками, після переходу гірничих робіт на нові дільниці науково-обгрунтовані раніше параметри систем розробки, засоби і способи закріплення гірничих виробок і управлін-

ня породним масивом перестали відповідати гірничо-геологічним і гірничотехнічним умовам їх застосування. Так,не вивчений напружено-деформаційний стан масиву гірничих порід і не найдено взаємозв'язку поміж геологічними факторами масиву, інтенсивністю гірничого тиску при його розробці, відсутня методика для оптимізації параметрів систем розробки і опрацьованого породного масиву. Не розроблені нові способи підтримання гірничих виробок в змінених умовах, засновані на укріпленні вміщуючих порід, так як підпірний спосіб підтримання виробок у складних гірничо-геологічних умовах передбачає збільшення щільності основного і допоміжного кріплення,що є малоефективним засобом. Високозатратні методи відновлення щитових лав після втрати стійкості і занурення секцій механізованого кріплення у грунт економічно не виправдані і приносять короткочасний наслідок, тому що не враховують несучої здатності грунта рудного пласта і закономірності її змінення при розробці.

Таким чином, утворення геомеханічних основ, раціональних способів підтримки гірничих виробок і технологічних засобів, забезпечення ефективного управління породним масивом при роботі в складних умовах уявляють важливу науково-технічну проблему.Вирішенню цієї актуальної проблеми присвячена ця дисертаційна робота, мета якої - створити геомеханічні і технологічні основи управління станом породного масиву при підземній розробці марганцевих родовищ, забезпечуючи підвищення ефективності праці в складних гірничо-геологічних умовах.

В основу досліджень положена ідея, яка полягає у цілеспрямованому управлінні станом породного масиву шляхом його зміцнення металевими анкерами і спільного врахування геомеханічних та технічних факторів і параметрів.

У дисертаційній роботі захищаються такі наукові положення:

1.Несуча здатність піщано-глинистих порід грунту рудного пласта в зоні очисних робіт залежить від тривалості їх оголення, а напружений стан породного масиву і швидкість зміщення порід покрівлі є лінійною функцією зміщення глибини розробки, потужності рудного пласта і глин його безпосередньої покрівлі.

2.Оптимальні параметри системи розробки визначаються як геологічними факторами і техніко-економічними показниками, так і швидкістю відпрацювання виємкових стовпів, яка прямопропорційна швидкості зміщення порід покрівлі в зоні очисних робіт.

3.Стійкість високопластичних глинистих порід, укріплених металевими анкерами, підвищується. При цьому, із збільшенням щільності анкерування сприймаюча породою нагрузка експонентно збільшується, а деформація має тенденцію до зменшення. Безшпурове анкерування глинистих порід дозволяє зменшити щільність рамного кріплення і збільшити стійкість гірничих виробок і їх спряжень при умові, що довжина анкерів визначається параметрами склепіння можливого обвалення порід, а щільність установлення анкерів в покрівлі виробки розрахована із припущення рівноваги порід у склепінні обвалення.

4.Збереження гірничих виробок на дільницях із складними гірничо-геологічними умовами забезпечується анкерно-рамним кріпленням, яке складається із кільцевого податливого кріплення з підвищеною несучою здатністю, котра знаходиться в параболічній залежності від деформації, і металевого анкерного кріплення, несуча здатність якого пропорціональна міцності закріплення анкерів у породах.

5.Ефективне управління породним масивом в складних умовах марганецьких шахт досягається шляхом використання розробленої методики, яка забезпечує наукове обгрунтування параметрів

взаємодії системи "кріплення-породний масив" за умов врахування спільного впливу геомеханічних та технологічних факторів, засобів і способів впливу на масив.

В роботі використано комплекс сучасних методів дослідження, охоплюючих узагальнення передових досягнень гірничої науки і практики, техніко-економічний аналіз і математичну статистику, економіко-математичне моделювання, оптимізацію цільової функції на екстремум, лабораторний та промисловий експеримент.

Обгрунтування і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечено: прийнятими теоретичними передумовами, які базуються на фундаментальних положеннях теорії і практики підземних гірничих робіт, проведенням вимірювань і експериментів в лабораторних та натурних умовах, статистичною обробкою поставної кількості даних та оцінкою точності здобутих результатів, дослідно-промисловою перевіркою запропонованих рекомендацій в конкретних гірничо-геологічних умовах марганцевих шахт, зіставленням результатів теоретичних і експериментальних досліджень та впроваджень.

Наукова новизна результатів досліджень полягає у такому:

- установлені емпіричні залежності несучої здатності породи грунта від тривалості її оголення і модуля деформації, швидкості зміщення порід покрівлі і розмірів зони опорного гірничого тиску від глибини залягання корисних копалин, потужності рудного пласта і потужності глини безпосередньої покрівлі, швидкості відробки виємкових стовпів та реакції кріплення від швидкості зміщення порід, податливості рамного кріплення від навантаження, показника зміцнення порід та міцності закріплення анкерів від їх параметрів;

- запропоновані класифікації порід грунта і покрівлі рудного пласта, які враховують такі основні кваліфікаційні оз-

наки: несуча здатність порід, модуль деформації, швидкість зміщення порід;

-установлені аналітичні залежності оптимальної довжини виємкового стовпа, лави і заходки від визначальних факторів;

-опрацьовані науково-технічні основи зміцнення високопластичного породного масиву металевим анкерним кріпленням;

-запропонована класифікація опрацьованих і застосованих принципів управління, способів впливу на масив та технологічних засобів управління станом породного масиву.

Наукове значення роботи полягає у розкритті закономірностей проявлення гірничого тиску у виробках марганецьких шахт із складними гірничо-геологічними умовами і використанні їх при розробці наукових основ зміцнення високопластичних глинистих порід і управлінні їх станом.

Практичне значення роботи:

-розроблено кільцеве кріплення із підвищеною несучою здатністю у податливому режимі;

-утворено новий спосіб та технологія зміцнення високопластичного породного масиву металевими анкерами, з допомогою яких розроблені безшпурове анкерне та анкерно-рамне кріплення для гірничих виробок та їх спряжень;

-розроблені науково-технічні принципи і методи вибору параметрів управління станом породного масиву.

Реалізація висновків і рекомендацій роботи. На основі виконаних досліджень розроблені, затверджені та впроваджені в виробництво такі методи та інструкції: "Методика проектних розрахунків технологічних схем підземної розробки руди в різних гірничо-геологічних умовах у галузі гірничовидобувної промисловості", "Методика визначення параметрів виємкових стовпів

марганцевих шахт", "Інструкція для вибору кріплення очисних виробок та їх спряжень на шахтах Придніпровського марганцевого басейну", "Інструкція для нормування та обліку експлуатаційних втрат і забруднення руди на шахтах Марганецького ГЗК".

Розроблені та випробувані безшпурова технологія і установка для механізації робіт по зміцненню високопластичного породного масиву металевими анкерами. Утворені та прийняті до впровадження на Марганецькому гірничо-збагачувальному комбінаті анкерно-рамне кріплення і анкерно-рамні спряження гірничих виробок, які дозволяють підвищити стійкість виробок і зменшити витрати кріпильного матеріалу. Очікуваний економічний ефект від впровадження розробок становить 1,2 млрд.крб/рік.

Розроблено та впроваджено на шахтах басейну металеве кільцеве податливе кріплення з підвищеною несучою здатністю. Використовуються рекомендації для вибору механізованих комплексів і підвищенню продуктивності щитових лав на дільницях із складними гірничо-геологічними умовами залягання рудного пласта.

Випробувана на шахтах і використовується Марганецьким і Таврійським комбінатами та інститутами НДГРІ, Укрдипроруда, ВНДПІ рудмаш методика управління станом породного масиву, яка дозволяє визначати оптимальні параметри систем розробки, тип і щільність кріплення підготовчих та очисних гірничих виробок, способи та технологічні засоби впливу на масив і змінювання його стану.

Апробація роботи. Результати досліджень і основні матеріали дисертаційної роботи доповідались і отримали схвалення на науково-технічних нарадах і конференціях Марганецького ГЗК (м.Марганець,1973 ... 1975, 1980 ... 1994 рр.), Таврійського ГЗК (м.Степногорськ,1987 ... 1994 рр), в науково-дослідному гірничорудному інституті (м.Кривий Ріг, 1988 ... 1994 рр.), в інституті Укрдипроруда (м.Харків, 1984 ... 1986, 1990 ... 1994 рр.), на Загаль-

нооовзній науково-технічній конференції "Удосконалення технології гірничого виробництва для зниження негативного впливу на оточуюче середовище" (м.Кривий Ріг,1991р), в концерні "Укррудпром" (м.Кривий Ріг, 1990...1992 рр.), на Ювілейній науково-технічній конференції, присвяченій 60-річчу НДГРІ (м.Кривий Ріг,1993р.), в Міністерстві металургії (м.Москва, 1989 ... 1990 рр), на ІУ, У, і УІ науково-методичних конференціях Кабульського університету (м.Кабул 1976 ... 1978 рр.).

Публікації. По результатах виконаних досліджень автором опубліковано більш ніж 50 друкованих робіт, основні полрження дисертації відображені у 30 роботах, технічні рішення захищені 9 авторськими свідоцтвами.

Обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 6 розділів і висновку, що представлені на 300 сторінках машинописного тексту, вміщує 50 рисунків та 18 таблиць, включає список літератури із 208 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Теорія і практика розробки горизонтальних пластових покладів базується на працях М.М.Протод'яконова, П.М.Цимбаревича, Л.Д.Шевякова, О.Якобі та інших вчених. Ними розроблені теоретичні основи проектування шахт і розробки таких покладів, обгрунтована технологія очисних робіт, способи підтримки гірничих виробок та управління масивом.

Типовим представником горизонтальних пластових покладів є марганцеві родовища у Нікопольському басейні. Тут потужність рудного пласта змінюється від 0,75 до 4,5 м. Марганцевий пласт розміщується в високопластичних піщано-глинистих породах на глибині 50 ... 140 м.

В останні роки в експлуатацію введені Грушевсько-Басанська та Великотокмацька дільниці покладів, які відрізняються більшою

глибиною розміщення пласта і більшою потужністю глини його безпосередньої покрівлі, а також підвищеною обводненістю гірничого масиву. Тому для їх ефективної розробки потрібні принципово нові технологічні засоби управління масивом гірничих порід.

Вирішенню проблем підземної розробки марганцевих покладів присвячені праці Ф.А.Белаєнка, А.І.Зільбермана, І.С.Зіцера, А.М.Івденка, М.Т.Калюжного, В.С.Лесникова, А.Ф.Літвинюка, Л.В.Новікової, П.І.Пономаренка, В.П.Руданського, Б.М.Усаченка, А.А.Шершньова і інших вчених, якими було запропоноване різне металеве та залізобетонне кріплення і засоби управління масивом.

Але аналіз літературних даних, патентних матеріалів і досвіду управління станом високопластичного породного масиву дозволив встановити, що:

1.У нових умовах недостатньо вивчено механізм поведінки вміщуючих порід в зоні очисних робіт і закономірність зміни їх фізико-механічних властивостей.

2.Наявні в цей час методики і залежності не дозволяють одержувати оптимальні параметри систем розробки і технологічні засоби при проектуванні і експлуатації виємкових стовпів.

3.Серійне металеве кільцеве кріплення для гірничих виробок має низьку несучу здатність, яка не перевищує 0,1 γ Н. Ось чому це кріплення недостатньо ефективне в нових умовах з підвищеною потужністю вміщуючої породи.

4.Відомі роботи по зміцненню породного масиву анкерами не вміщують методів укріплення високопластичної піщано-глинистої породи. Внаслідок цього на шахтах басейну не застосовуються ефективні анкерне і анкерно-рамне кріплення для підтримки виробок в таких породах.

5.Не створена методика управління станом породного масиву, яка враховує взаємодію геомеханічних і технологічних факторів при

розробці родовищ з складними гірничо-геологічними умовами.

Згідно викладеному та меті дослідження у дисертації поставлено та розв'язано такі завдання:

1.Визначити закономірність зміни фізико-механічних властивостей і поведінки вміщуючих порід в зоні очисних робіт від визначальних факторів.

2.Визначити залежності для обгрунтування оптимальних параметрів системи розробки при роботі в складних умовах.

3.Опрацювати кільцевидне податливе кріплення з підвищеною несучою здатністю.

4.Дослідити новий засіб зміцнення високопластичних глиняних порід металевими анкерами і на цій підставі розробити анкерне та анкерно-рамне кріплення для підтримки виробок у складних умовах, технологію зведення анкерного кріплення.

5.Розробити методику управління станом породного масиву на підставі сумісного врахування геомеханічних і технологічних факторів.

Утворення очисного простору у породному масиві при виїмці руди приводить до перерозподілу існуючої в масиві потенціальної енергії і локальним змінам міцності вміщуючих піщано-глинистих порід. Їх структура порушується, породи переходять із стійкого двохфазного в менш стійкий трьохфазовий стан.

Серед основних властивостей піщано-глинистих порід можна виділити такі як число пластичності, модуль деформації, опір вдавлюванню штампа, які відображають як пружні, так і пластичні деформації і можуть служити як узагальнюючий показник деформовності порід.

В залежності від цих властивостей всі піщано-глинисті породи грунту басейна можуть бути поділені на три класи: глини, піщано-глинисті суглинки і піски(табл.I). Глини вміщують 28 ... 31%

Таблиця I

Класифікація порід грунту рудного пласта

Клас і тип порід	Модуль деформації, МПа	Вміст часток, %			Природна вологість, %	Об'ємна маса, Н/м^3	Число пластичності	Несуча здатність, МПа	
		пісок	пил	глина				за зоною опорного тиску	в зоні опорного тиску
		0.2... 0.05 мм	0.05... 0.005мм	менше 0.005 мм					
Іклас.Глини	5...I0	9...I6	39...52	28...3I	36,..42	I7.0...I8.5	33...48	I.2...2.2	0.I...0.2 і менше
Пклас.Піщано-глинистий суглинок	8...35	25...70	I2...50	I0...22	I8...37	I7.5...20.5	5...I8	I.6...2.8	0.4...0.6
Шклас.Пісок	I8...78	75...86	7...I3	4...I0	I4...23	I9.0...2I.0	3...I2	2.0...3.8	0.6...0.8 і більше

глинистих часток розміром менш 0,005 мм і мають модуль деформації Е = 5...10 МПа. Піщано-глинисті суглінки вміщують 10...22% глинистих часток і мають модуль деформації Е = 8...35 МПА. Піски вміщують 4...10% глинистих часток і мають модуль деформації Е = 18...78 МПа. Найбільш поширеними породами є піщано-глинисті суглінки з несучою здатністю в нетокарному масиві 1,6...2,8 МПа.При оголенні суглинків в зоні очисних робіт їх несуча здатність знижується. Між несучою здатністю суглинків грунту і тривалістю їх оголення встановлена гіперболічна залежність:

$$T = 2{,}7597 - 0{,}0558t + 0{,}00037t^2, \qquad /1/$$

де t - тривалість оголення грунту, $2 \leq t \leq 72$ години.Кореляційне відношення Кв= 0,93.

Установлено, що несуча здатність порід грунту залежить від їх модуля деформації, який в свою чергу, можна визначити в лабораторних умовах по пробам, відібраним із пробурених з поверхні свердловин.

На підставі натурних спостережень запропонована класифікація порід покрівлі,де за головні класифікаційні ознаки були взяті потужність глин безпосередньої покрівлі рудного пласта і швидкість зміщення порід в очисних виробках і на їх сполученнях /табл.2/.

В залежності від цього породи покрівлі можна поділити на три класи.До першого класу можна віднести легку нестійку покрівлю малої потужності, швидкість зміщення якої не перевищує 1...5 мм/г. До другого класу можна віднести покрівлю середньої важкості і стійкості, швидкість зміщення якої складає 6...12 мм/г. До третього класу можна віднести важку і стійку покрівлю, швидкість зміщення якої складає 13...20 мм/г і більше.

Таблиця 2

Класифікація порід покрівлі рудного пласта

Клас	Швидкість зміщення порід, мм/г	Характеристика порід безпосередньої покрівлі пласта	Склад порід	Ступінь стійкості	Характер повторних осадків покрівлі
I. Легка покрівля	I...5	Піщано-глинисті породи, які легко обвалюються на висоту більше 2...3 кратної потужності пласта	Піски, піщані глини, глини несправжній покрівлі	Нестійкі	Відсутність повторних осадків
2. Покрівля середньої важкості	6...I2	Глини і піщані глини потужність не більше I2...I3 м	Глини, піскові глини	Середньої стійкості	Повторні осадки через 7...I5 м
3. Важка покрівля	I3...20 і більше	Пластичні глини потужність I3...I5м і більше, які обвалюються блоками на висоту менше I...2 кратності потужності пласта .	Глини	Стійкі	Різкі повторні осадки через 20...30м

Клас порід грунта і покрівлі необхідно враховувати при проектуванні виємкових дільниць і вибору систем розробки і їх параметрів.

Як показали досліди, головними геологічними факторами, від яких залежить інтенсивність гірничого тиску в опрацьованому масиві є глибина робіт, потужність рудного пласта і глин його безпосередньої покрівлі. Між цими показниками, а також швидкістю зміщення порід покрівлі і довжиною зони руйнівного тиску установлені такі емпіричні залежності :

$$V_c = 0{,}0485H + 2{,}4013m + 0{,}6395h_{гл} - 6{,}7921, \qquad /2/$$

$$l_{з.р} = 0{,}3121H + 9{,}961m + 2{,}012h_{гл} - 23{,}26, \qquad /3/$$

де V_c - швидкість зміщення покрівлі, мм/г ; $l_{з.р}$ - довжина зони руйнівного опорного тиску, м; H - глибина розробки, $35 \leq H \leq 100$ м; m - потужність рудного пласта, $1{,}1 \leq m \leq 3{,}0$ м; $h_{гл}$ - потужність глин безпосередньої покрівлі рудного пласта, $4 \leq h_{гл} \leq 18$ м. Коефіцієнт кореляції $K_к = 0.86$.

Оптимальні параметри систем розробки можна визначити аналітичним способом, якщо дослідити цільову функцію витрат на виємковій дільниці на екстремум шляхом її диференціювання. Одержані таким шляхом зрівняння мають вигляд:

$$L_{ст.л} = \sqrt{\frac{2(2C_{пр.в.ш} + C_{пр.м.к} + C_{пр.з.к} + C_{м.з.к})N_c Д}{(2C_{к.л.в}a_{к.л.в} + C_{к.в}a_{к.в})\gamma_i m}} \qquad /4/$$

$$L_{ст.з} = \sqrt{\frac{4C_{пр.п.ш}N_c Д}{C_{пр.в.ш} + 2C_{к.л.п}a_{к.л.п} + C_{к.в}a_{к.в}}} \qquad /5/$$

$$l_л = \sqrt{\frac{2C_{пр.в.ш}N_c Д}{C_к a_к \gamma m}} \qquad /6/$$

$$e_з = \sqrt{\frac{3 C_{пр.в.ш} N_c Д}{(C_{д.м.о} + 4 C_{к.п} a_{к.п} + 8 C_{к.л.п} a_{к.л.п}) \gamma_i m}} \quad /7/$$

де $C_{пр.в.ш}$ - вартість проведення виємкового штреку, крб/м ; $C_{пр.м.к}$ - вартість проведення монтажної камери, крб/м ; $C_{прдк}$ - вартість проведення демонтажної камери, крб/м ; $C_{м.д.к}$ - вартість монтажу і демонтажу комплексу, крб/м; N_c - кількість робочих днів на рік, доб; $Д$ - середнє навантаження на очисний забій; т/доб; $C_{к.л.в}$ - вартість конвейєрної стрічки конвейєра виємкового штреку, крб/м; $a_{к.л.в}$ - річний процент амортизації конвейєрної стрічки конвейєра виємкового штреку, %; $C_{к.в}$ - вартість конвейєра виємкового штреку, крб/м; $a_{к.в}$ - річний процент амортизації конвейєра виємкового штреку, % ; γ_i - об'ємна маса рудного пласта, Н/м^3; $C_{пр.п.ш}$ - вартість проведення панельного штреку, крб/м; $C_к$ - вартість устаткування комплексу, крб/т ; $C_{к.п}$ - вартість конвейєра панельного штреку, крб/м; $a_{к.п}$ - річний процент амортизації конвейєра панельного штреку, крб/м; $a_{к.л.п}$ - річний процент амортизації конвейєрної стрічки конвейєра панельного штреку, %.

Розраховані по приведеним порівнянням оптимальні параметри систем розробок перевіряються по гірничо-технічним умовам, а потім з умов гірничого тиску. Для перевірки параметрів з умов гірничого тиску одержані емпіричні залежності мінімальної швидкості відробки виємкових стовпів від швидкості зміщення порід покрівлі:

$$V_{ст.л} = 1,923\, V_c + 20,436 , \quad /8/$$

$$V_{ст.з} = 1,451\, V_c + 20,436, \quad /9/$$

де $V_{ст.л}$ і $V_{ст.з}$ - мінімальна швидкість відробки виємкових стовпів при вийманні лавами та заходками відповідно, м/міс. Тут $1 \leq V_c \leq 16$ мм/г. Коефіцієнт кореляції $K_к = 0,89$.

Перевірку довжини очисних виробок з умов гірничого тиску можна призводити по аналітичним залежностям:

при вийманні лавами $$l_л \leq \frac{25,4\,d}{V_{ст.л}\,\gamma_i\,m}, \qquad /10/$$

при вийманні заходками $$l_з \leq \frac{133,5}{V_{ст.з}\,d_з} \qquad /11/$$

де d - навантаження на забій, т/зміну; $d_з$ - вихід руди з І м заходки, т/м.

Створення наукових основ управління масивом припускає пояснення і регулювання процесу взаємодії кріплення гірничих виробок з оточуючими породами. Аналітичні та лабораторні дослідження кріплень підготовчих та очисних виробок показали, що застосовувані кріплення мають низьку несучу здатність у податливому режимі. На рис.І приведені підсумки іспитів кільцевого кріплення на горизонтальному стенді, які свідчать, що несуча здатність кільцевих податливих кріплень із СВП-27 на початковій стадії деформування дорівнює 70...80 кН, що в 5 разів менше за несучу здатність аналогічного жорсткого кріплення.

Максимальна несуча здатність кільцевих та арочних податливих кріплень досягає 50...70% від несучої здатності жорсткого кріплення, що вказує на погане використання тривких можливостей матеріала кріплення.Розробка і промислові іспити шарнірно-податливих кріплень, які мають сучасні вузли податливості болтового типу і підвищену несучу здатність /рис.І, крива 2/ показали, що ці кріплення мають несучу здатність 300...380 кН і дозволяють зберегти більший запас конструктивної податливості перед тим, як попадуть у зону впливу очисних робіт. Проте несуча здатність рамного кріплення, як і механі-

ЛНБ ім. В. Стефаника

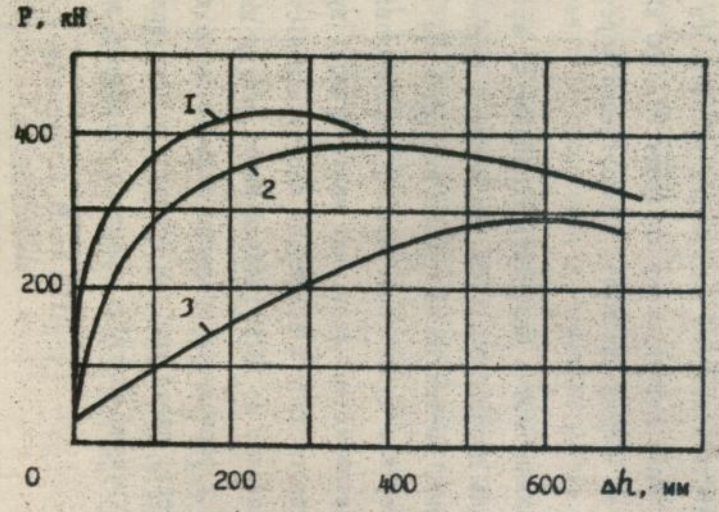

Рис.I. Залежність несучої здатності кріплення від вертикальної податливості: I- сучасне жорстке кріплення; 2- розроблене шарнірно-податливе кріплення; 3- сучасне податливе кріплення.

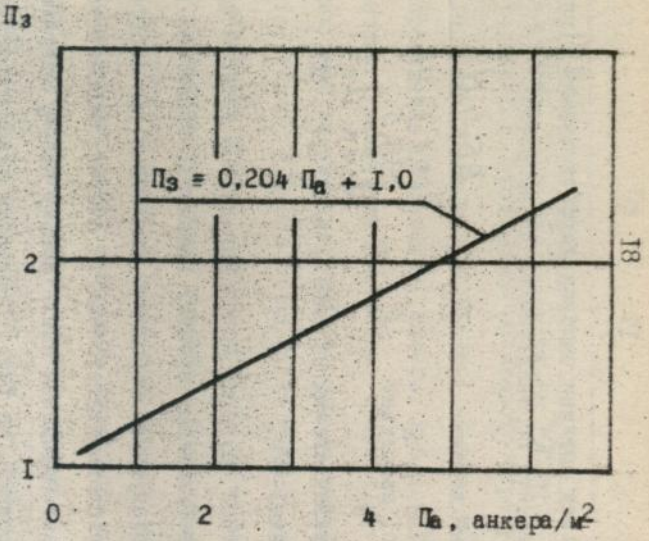

Рис.2. Залежність показника зміцнення порід від щільності анкерування.

зованого ОКП, недостатня для того, щоб на дільницях із складним заляганням пласта зберегти виробки протягом всього періоду їх експлуатації.

В марганецьких шахтах виробки проходяться по податливому рудному пласту, який сприймає головну частину опорного тиску. Особливість взаємодії рамного кріплення з породами є те, що воно здатне деформуватися разом з рудним пластом і здебільшого не впливає на змішування приконтурної частини порід. В залежності від інтенсивності навантаження на кріплення і його поведінки можна виділити три ступені стійкості масиву: стійкий, середньостійкий і нестійкий. При стійкому стані масиву реакції кріплення вдосталь, щоб зупинити його розшарування і зрушення навколо виробок як в період їх проходки, так і при зупинці очисних робіт.

В опрацьованому масиві сила гравітації $P(x)$ переміщує породу покрівлі від точки a до точки $б$ і виконує роботу. Ця сила є перемінна величина і залежить від пройденого шляху x. Значення сили в кожній точці є $P(x)$, а робота цієї сили на шляху x є $P(x)x$. Робота сили на відрізку від точки a до точки $б$ є та границя, до якої прагне дійти сума безконечно великого числа безконечно малих доданків:

$$\lim_{\Delta x \to 0} \sum_{a}^{б} P(x)\,dx \qquad /12/$$

Отже всю роботу на відрізку $aб$ можна виразити формулою:

$$W = \int_{a}^{б} P(x)\,dx \qquad /13/$$

Якщо залежність $P_к = mx^2 + nx + c$ - функція реакції кріплення, а залежність $P_м = Bx + c$ - функція реакції масиву, то відношення означених інтегралів цих двох функцій

можна позначити коефіцієнтом роботи кріплення K_p і виразити формулою:

$$K_p = \frac{\int_a^b (mx^2 + nx + c)dx}{\int_a^b (Bx + c)dx} \qquad /I4/$$

Коефіцієнт K_p показує, яку частину роботи масиву виконує кріплення при переміщенні породи покрівлі від точки a до точки $б$. Чим більше коефіцієнт K_p, тим стійкіше масив навколо виробки.

Установлено, що у стійкому масиві $K_p \geq I$, в середньостійкому - $0,4 < K_p < I$, а в нестійкому - $K_p \leq 0,4$. Існує взаємозв'язок між станом масиву, коефіцієнтом роботи кріплення і напружено-деформаційними параметрами масиву біля виробки /табл.3/.

Таблиця 3

Взаємозв'язок коефіцієнта роботи кріплення з параметрами масиву

Показник	Одиниця виміру	Стан масиву		
		стійкий	середньостійкий	нестійкий
Коефіцієнт роботи кріплення	Частка одиниці	$K_p \geq I$	$0,4 < K_p < I$	$K_p \leq 0,4$
Тиск	МПа	0,05...0,3	0,3I...0,75	Більше 0,75
Зміщення порід	мм	200...600	60I...900	Більше 900
Швидкість зміщення порід	мм/г	I...7	8...I2	I3...I8

Зіставлення приведених в табл.3 параметрів масиву з характеристиками рамного кріплення показує, що підпірне кріплення не може забезпечити стійкого стану масиву і виробіток в

складних умовах залягання пласта. Для підтримки виробок в цих умовах потрібно збільшити міцність рудного пласта і вміщуючих порід у приконтурній зоні виробок. Була висловлена гіпотеза про те, що безремонтна підтримка виробок в глинистих породах можлива завдяки зміцненню цих порід металевими анкерами. Науково-технічне обгрунтування можливості зміцнення глинистих порід анкерами в лабораторних умовах, теоретичні і експери - ментальні досліди анкерного кріплення не тільки укріпили гі - потезу, але і дозволили одержати перші практичні досягнення у вигляді анкерно-рамного кріплення і анкерно-рамних спряжень гірничих виробок.

Лабораторна оцінка працездатності заанкерованих породних балок з допомогою показника зміцнення М.Панека показала, що несуча здатність заанкерованих порід збільшується разом з під - вищенням щільності анкерування (рис.2). Установлено, що заанке - ровані балки приймають більше навантаження без обвалення по - роди (рис.3).

Аналітичні досліди показали, що в нестійких породах тов - щину анкерно-породної оболонки, а значить довжину анкерів, можна визначити графічним способом. В цьому разі анкери за - кріплюються за межою тих блоків порід, які не можуть утримува - тися у масиві силою тертя. Такі блоки з усіх боків обмежують кососічні площості злому, здатні проходити під кутом не бі - льше 70° до шаруватості пластів.

Щільність установки анкерів можна визначити із умов рівноваги порід в склепінні обвалення:

$$2ab\gamma e_{ш} K_3 = 2a e_{ш} (F_a \tilde{\iota}_{cg} \Pi_a + q), \qquad /15/$$

де a - ширина прольоту виробки, м ; b - товщина анкерно-по - родної оболонки, м; γ - щільність порід покрівлі, кН ; $e_{ш}$ -

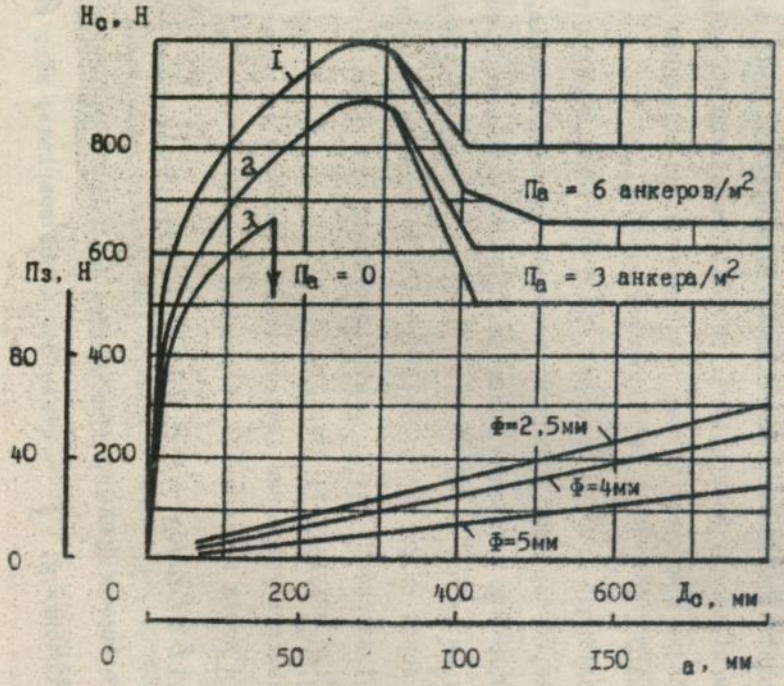

Рис.3. Залежність навантаження від деформації, та міцності закріплення анкерів від їх довжини.

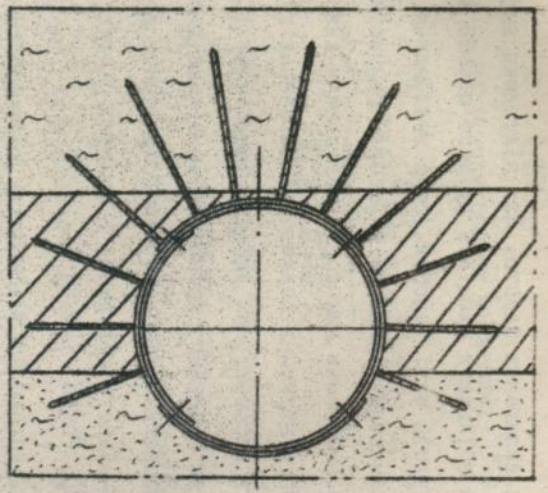

Рис.4. Анкерно-рамне кріплення гірничих виробок.

відстань між анкерами вздовж виробки,м; K_3 - коефіцієнт запасу; F_a - площа поверхні анкера,м2; τ - питомий опір зрушення анкера відносно породи, кПа; n_a - щільність установки анкерів, анкера/м2; Q - несуча здатність заанкерованої товщи порід, кН.

Дослідами установлено, що в умовах басейну анкерне кріплення має слідуючі основні параметри :

- довжина анкерів в покрівлі виробок має бути I,8...2 м, а з боків виробок - I,5 м;

- міцність закріплення металевих анкерів із періодичного профілю діаметром 24...27 мм в покрівлі виробки має бути біля 40 кН;

- щільність установки анкерів має бути не менше 2,I анкера/м2;

- відстань між анкерами у вiялі по контуру виробок має бути не більше 0,6...0,7 м;

- міцність розриву анкерно-рамної огорожі (затяжки) має бути не менше I00 кН.

Для натурних досліджень нового способу зміцнення глинистих порід і підтримання гірничих виробок потрібно було розробити анкерне кріплення і безшпурову технологію його зведення з допомогою спеціальної установки УВА-I.

Анкерне кріплення складається із анкерів і затяжки, які виготовляються відповідно із арматурної сталі діаметром 24... 27 мм і просічно-витяжного листа товщиною 3...5 мм.

Сутність безшпурової технології анкерного кріплення така. При проведенні гірничих виробок у нестійких породах призабойна частина підтримується з допомогою тимчасового рамного кріплення, яке відгороджується від породи листовою затяжкою. В кінці кожної зміни поміж рамним кріпленням зводяться металеві

анкери. Вдавлювати анкери у породу допомогає установка УЗА-І, яка весь час знаходиться біля забою на тимчасовій колії. У випадку застосування анкерно-рамного кріплення анкери зводяться поміж рамами постійного кріплення.

Установка для зведення анкерів безшпуровим способом УЗА-І складається із рельсового візка, двох розпірних і одного робочого гідроциліндрів, поворотного механізму, маслостанції із пневматичним двигуном і пульту управління. Установка дозволяє заводити анкери довжиною близько 2,2 м у рудно-породний масив по всьому периметру виробок і має таку характеристику. Розміри: довжина - 1950 мм, ширина - 900 мм, висота - 2000 мм. Маса - 15 кН. Хід розпірних циліндрів - 1260 мм. Хід робочого циліндра - 1000 мм. Маслостанція: насос НШ-100, пневмодвигун ДАР-14. Зусилля розпіру - 100 кН. Зусилля вдавлювання - 80 кН. Тривалість зведення одного анкеру довжиною 1,5...2 м - 6...8 хвилин. Виготовлювач - ремонтно-механічний цех Марганецького ГЗК.

При дослідженні в промислових умовах анкерно-рамне кріплення мало такі параметри: щільність кільцевого рамного кріплення складала 0,8...1,4 рами/м, тобто була зменшена у 1,4... 2,5 рази в порівнянні з тою, яка вживається на практиці, щільність анкерного кріплення складала 3,6...5 анкера/м2. Анкери виготовляли із арматурної сталі діаметром 26 мм і мали довжину 1,2...2 м (рис.4). Затяжку виготовляли із просічно-витяжного листа товщиною 4 мм розміром 0,8 х 0,9 ... 1,1 мм.

Одержані в різних умовах результати дослідних даних свідчать про те, що після зведення анкерного кріплення розшарування і зміщення породи у виробках припинялися. У зоні впливу очисних робіт величина і швидкість вертикального зміщення порід покрівлі зменшувалися на 24...30% в порівнянні з тими дільницями, на яких стояло рамне кріплення щільністю 2 рами/м.

На спряженнях довжиною 2,8 м заанкеровані породи не мали прогину. Досліди в шахтних умовах підтвердили справедливість висунутих наукових положень і виконаних розрахунків. Установлено, що зміцнення глинистого масиву анкерним кріпленням є одним із найважливіших технологічних засобів по його управлінню, оскільки дозволяє збудувати навколо виробок міцні породно-металеві оболонки, які перешкоджують розшаруванню і зміщенню порід, а також дозволяє підвищити стійкість гірничих виробок в зоні і поза зоною впливу очисних робіт, створити безпечні умови для праці у вимкових штреках і на їх спряженнях, зменшити розхід кріпильних матеріалів і забруднення руди породою. Анкерно-рамне кріплення із щільністю рамного кріплення I...I,4 рами/м і анкерів 3,6 анкера/м2 прийнято до промислового застосування на шахтах Марганецького ГЗК.

В існуючих методиках розрахунок параметрів рамного кріплення ,нормативний тиск і необхідна реакція кріплення визначаться залежно від величини зміщення породного контуру виробки. В пластичному масиві зміщення порід тісно зв'язано із тривалістю їх оголення. Оцінку стану пластичного масиву і визначення реакції кріплення можна робити не по величині, а по інтенсивності гірничого тиску, тобто по швидкості зміщення порід. Результати випробування підпірного і зміцнюючого масив кріплення дозволили установити таку залежність між реакцією кріплення і швидкістю зміщення порід :

$$P_к = 0{,}042 V_c + 0{,}01, \qquad (16)$$

де $P_к$ - реакція однієї рами металевого кріплення, МПа.

Реакцію чи несучу здатність анкерно-рамного кріплення можна визначити по формулі:

$$P_к = \frac{n_р R_р}{2\tau} + n_а P_а, \qquad (17)$$

де $n_р$ - кількість рам металевого кріплення,рам/м; r -радіус виробок,м; $n_а$ - щільність зведення анкерів,анкера/м2: $P_а$ -несуча здатність одного анкера,кН.

Якщо відома швидкість зміщення порід $V_с$, то по формулі (I6) можна визначити необхідну реакцію кріплення $P_к$, а по формулі (I7) - щільність рамноголанкерного кріплення. Причому на сучасній стадії освоювання анкерного кріплення можна рекомендувати такі тип і щільність кріплення: в умовах стійкого масиву - анкерне кріплення щільністю 3,6...6 анкерів/м2, в умовах середньостійкого стану масива - анкерно-рамне кріплення з щільністю установки рамного кріплення I...I,43 рами/м і анкерного 3,6...5 анкера/м2, в умовах нестійкого стану масиву-анкерно-рамне кріплення з щільністю установки рамного кріплення 2 рами/м і анкерного 3,6...6 анкерів/м2.

На основі виконаних досліджень запропонована класифікація розроблених і існуючих в гірничій практиці принципів, способів і засобів управління станом породного масиву (табл.4). В залежності від потреби можна виділити три принципи управління масивом: підвищення стійкості непорушеного масиву навколо підготовчих виробок, підвищення стійкості спрацьованого очисними роботами масиву, перевід масиву у нестійкий стан. Перші два принципи використовуються на дільницях із середньостійким і нестійким масивом. Вони мають такі способи впливу на масив, які дозволяють підвищити його стійкість. Третій принцип використовується на дільницях зі стійким масивом, коли потрібно зменшити стійкість масиву для своєчасного і якісного обвалення покрівлі рудного пласта у виробленому просторі.Більшість приведених способів впливу на масив і засобів управління його станом використано в розроблених методиках і програмах.

Таблиця 4

Класифікація принципів, способів і засобів управління станом породного масиву

Принцип управління	Спосіб впливу на масив	Технологічний засіб управління станом масиву
1	2	3
1. Підвищення стійкості непорушеного масиву навколо підготовчих виробок	Зміна фізико-механічних властивостей порід	Зміцнення масиву анкерним кріпленням, зв'язуючими речовинами і іншими способами
	Осушення грунту рудного пласта	Зниження рівня води у підрудному горизонту з допомогою трубних колодязів
	Підвищення несучої здатності рудного пласта	Гідроізоляція рудного пласта по контуру виробок.
		Зміцнення рудного пласта анкерним кріпленням.
	Підвищення несучої здатності підпірного кріплення	Збільшення щільності рамного кріплення.
		Застосування кріплення підсилення.
2. Підвищення стійкості опрацьованого очисними роботами масиву	Зміна тривалості оголення масиву	Збільшення швидкості відробки виємкових стовпів. Своєчасна посадка покрівлі у відроблених очисних виробках. Усунення зависання порід покрівлі. Плавне опускання покрівлі.
	Оптимізація параметрів систем розробки із умов гірничого тиску	Зменшення ширини виємкових стовпів. Підвищення навантаження на забой.
	Закладка виробленого простору	Застосування самопливного і гідравлічного транспорту для заповнення заходок піщано-глинистою породою.
3. Переведення масиву у нестійкий стан	Збільшення площі підробленого масиву	Збільшення довжини і ширини очисних виробок
	Зміна тривалості оголення масиву	Зменшення швидкості відробки виємкових стовпів.

I	2	3
	Осушення підрудних пісків	Спорудження вертикальних дренажних свердловин. Нагнітання стиснутого повітря у надрудний водоносний горизонт.

На основі виконаних досліджень розроблена методика управління станом породного масиву, в якій враховується спільний вплив на породний масив геомеханічних і технологічних факторів і засобів. Методика складається із програми для ЕОМ і комплекса алгоритмів управління станом масиву (рис.5). Комплекс алгоритмів вміщує: алгоритм розрахунку параметрів систем розробки (АПСР), алгоритм вибору кріплення очисних виробок і систем розробки (АКО і СР), алгоритм вибору способів підтримання гірничих виробок і управління масивом (АСП і УМ). Застосування комплексу алгоритмів дозволяє регулювати параметри масиву у стадії проектування, а також активно управляти його станом в період відробки виємкових стовпів і вирішувати такі задачі: знаходити економічно-вигодні параметри систем розробки і перевіряти їх із умов залягання рудного пласта, вибирати тип кріплення очисних виробок і варіанти систем розробки, визначати тип і щільність кріплення підготовчих виробок, визначати оптимальну швидкість відробки виємкових стовпів, вибирати спосіб впливу на масив і технологічні засоби управління його станом.

ВИСНОВКИ

На основі результатів виконаних досліджень дано нове рішення актуальної науково-технічної проблеми - розробки геомеханічних і технологічних основ управління станом породного масиву при підземній розробці марганцевих родовищ з складними гірничо-геологічними умовами залягання рудного

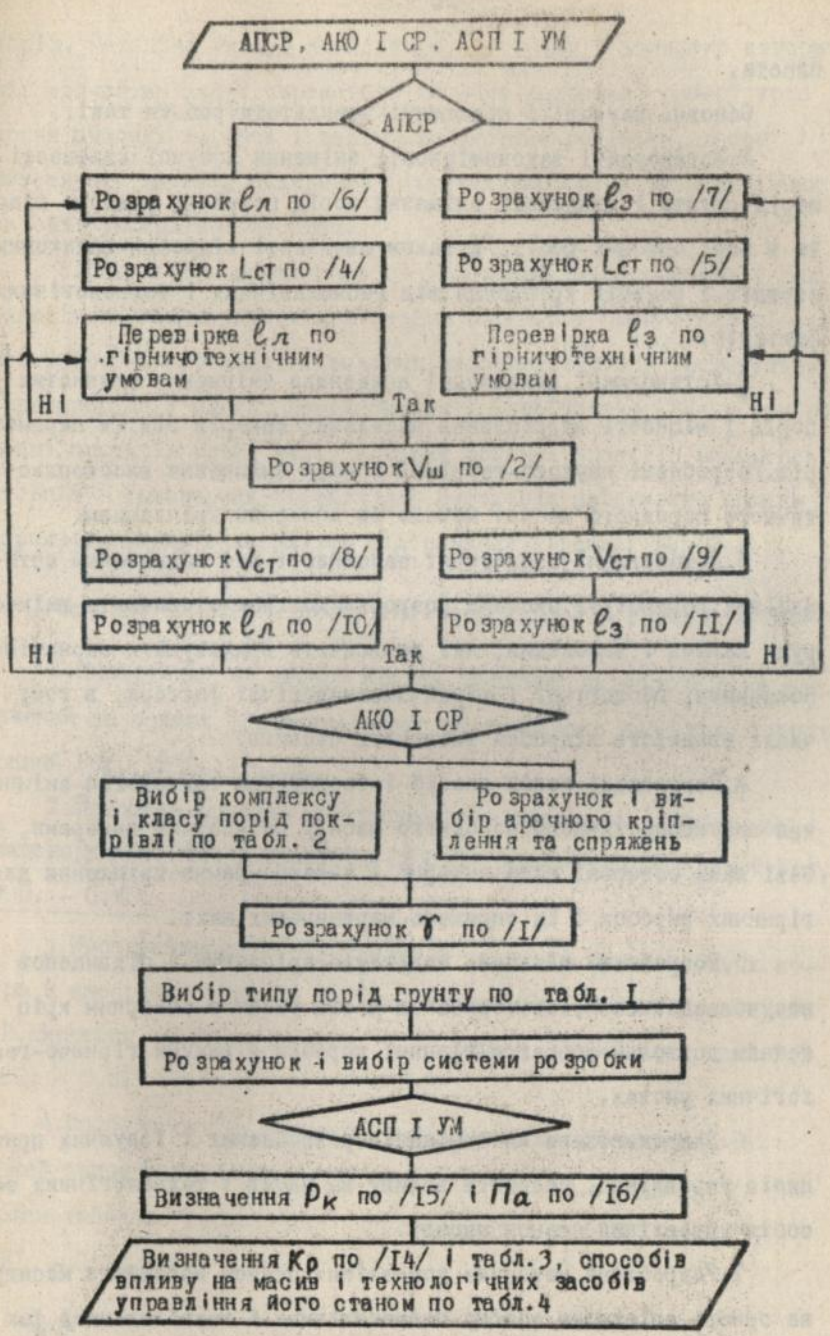

Рис.5. Комплекс алгоритмів управління станом масиву.

пласта.

Основні наукові і практичні результати роботи такі:

1.Установлені закономірності змінення несучої здатності порід грунта і швидкості зміщення порід покрівлі рудного пласта в зоні очисних робіт, а також швидкості відробки виємкових стовпів і реакції кріплення від геомеханічних і технологічних факторів.

2.Установлені залежності показника зміцнення глинистих порід і міцності закріплення металевих анкерів від їх параметрів.Розроблені науково-технічні основи зміцнення високопластичного породного масиву металевим анкерним кріпленням.

3.Установлені аналітичні залежності для визначення оптимальних параметрів системи розробки довгими стовпами з виїмкою руди лавами і заходками, які дозволяють враховувати економічні показники, геологічні і гірничотехнологічні фактори, в тому числі швидкість відробки виємкових стовпів.

4.Розроблені новий спосіб і безшпурова технологія зміцнення високопластичного породного масиву металевими анкерами, на базі яких створені нове анкерне і анкерно-рамне кріплення для гірничих виробок і їх спряжень марганцевих шахт.

5.Розроблене кільцеве податливе кріплення з підвищеною несучою здатністю, застосування якого разом з анкерним кріпленням дозволяє зберегти гірничі виробки у важких гірничо-геологічних умовах.

6.Запропонована класифікація розроблених і існуючих принципів управління, способів впливу на масив і технологічних засобів управління станом масиву.

7.Розроблена методика управління станом породного масиву на основі спільного обліку геомеханічних і технологічних фак -

торів. Методика вміщує комп'ютерну програму і комплекс алгоритмів для оптимізації параметрів системи розробки, вибору кріплення очисних виробок і варіантів системи розробки, вибору і розрахунку засобів підтримки гірничих виробок і технологічних засобів управління масивом.

8.Результати досліджень по утворенню геомеханічних і технологічних основ управління станом породного масиву при підземній розробці марганцевих родовищ використовуються інститутами Укрдипроруда і НДГРІ, Марганецьким і Таврійським ГЗКами при розробці проектів нових шахт, а також робочих проектів виємкових стовпів і інженерних заходів для зменшення шкідливого впливу гірничого тиску і витрат на підтримання гірничих виробок.

Основні положення дисертації опубліковані в таких роботах:

1.Инструкция по выбору крепей очистных выработок и их сопряжений на шахтах Приднепровского марганцевого бассейна / НИГРИ, Кривой Рог, 1989. - С.38.

2.Методика определения параметров выемочных столбов марганцеворудных шахт / Соавторы: А.С.Сидоров // НИГРИ,Кривой Рог, 1990. - С.40.

3.Инструкция по нормированию и учету эксплуатационных потерь и засорения руды на шахтах Марганецкого ГОКа / Соавторы : А.В.Кирпикин, А.Н.Запольский, Л.Т.Гришина // НИГРИ, Кривой Рог, 1989. - С.62.

4.Особенности развития и совершенствования марганцеворудной подотрасли / Соавторы: А.Р.Черненко, А.С.Сидоров // Совершенствование горнорудного производства. - НИГРИ,Кривой Рог, 1990. - С.88-91.

5. Анализ технологии подземной добычи марганцевых руд в условиях Никопольского месторождения./ Соавторы: И.И.Остро - ухов, К.А.Верба // Сб."Марганец": ГНИИНТИ и ТЭИ. - Тбилиси.- 1969.Вып.4 (17).-С.31-38.

6. К вопросу определения длины очистных выработок в Никопольском марганцевом бассейне/Соавторы: В.Ф.Лавриненко // Разработка рудных месторождений: Респ.межвед.науч.-техн.сб.- 1969.-Вып.8. - С.13-15.

7. Исследование влияния порядка отработки выемочного столба на состояние очистных выработок шахт Никопольского марганцевого бассейна / Соавторы: А.Н.Ивденко // Отраслевая научно-техническая конференция молодых ученых по вопросам повышения производительности труда на железорудных предприятиях Украины. Тезисы докладов - НИГРИ, Кривой Рог, 1969. - С.36-37.

8. Влияние порядка отработки выемочного столба на состояние очистных выработок на шахтах Грушевского рудоуправления треста "Никопольмарганец // Сб.научных трудов НИГРИ. - 1969. -№13 - С.69-73.

9. Совершенствование способа управления кровлей и крепление очистных выработок на шахтах Никопольского бассейна // Научно-технический прогресс - основа повышения производительности труда.-Киев.-1970.

10. К вопросу исследования закономерностей и форм проявления горного давления на шахтах Никопольского марганцевого бассейна /Соавторы: А.С.Сидоров, А.И.Иочков, П.И.Егоров // Металлургическая и горнодобывающая промышленность.- 1970.№5 - С.65-67.

11. Внедрение поточной технологии добычи руды на шахте - основной путь повышения эффективности производства /Соавторы:

И.И.Остроухов, А.С.Сидоров // Горный журнал. - 1971. - №11.-С.3-5.

12. К вопросу определения оптимальной плотности крепи очистных выработок в Никопольском бассейне // Сб. "Марганец" : ГНИИНТИ и ТЭИ. - Тбилиси.-1972.-№3. - С.36-39.

13. Крепление выработок при добыче руды подземным способом в Никопольском марганцевом бассейне /Соавторы: А.И.Иочков // Сб. "Марганец": ГНИИНТИ и ТЭИ.-Тбилиси.-1973.Вып.3(35).- С.52-60.

14.Совершенствование крепей на шахтах Никопольского марганцевого бассейна /Соавторы: П.И.Егоров, А.И.Иочков, Л.В.Чистяков //Горный журнал.-1973.-№7.-С.36-39.

15. Опыт концентрации производства на шахтах Марганецкого ГОКа /Соавторы: И.И.Остроухов, А.С.Сидоров // Горный журнал, 1973. - № 7.- С.40-42.

16. Результаты промышленных испытаний и оптимальные параметры щитовых механизированных комплексов в Никопольском бассейне/ Соавторы: А.С.Сидоров, П.И.Егоров // Горный журнал.1973,№7, С.34-36.

17. Новые типы крепи выемочных штреков в условиях МГОКа // Материалы научно-технической конференции.- КГРИ,Кривой Рог,1975, -С.25.

18. Исследования проявлений горного давления в выемочных штреках щитовых лав и комплексно-механизированных заходок. /Соавторы: А.С.Сидоров, П.И.Егоров, В.С.Крылов // Горный журнал. - 1976,-№6-С.56-57.

19. Разработка марганцеворудных месторождений Никопольского бассейна/ Соавторы: В.С.Шебеко, А.С.Сидоров // Горный журнал. - 1986.- №3.-С.25-28.

20. Исследование закономерностей проявления горного давления на шахтах Приднепровского марганцеворудного бассейна// Раз-

работка руд черных металлов.-НИГРИ,Кривой Рог,1989.-С.68-70.

21. Совершенствование марганцеворудной подотрасли /Соавторы: Н.В.Хильченко // Горнорудная промышленность Украины в 1990.-НИГРИ,Кривой Рог,1991.-С.195-196.

22. Создание эффективных природоохранных технологий добычи марганцевых руд в Никопольском бассейне / Соавторы: Н.В.Хильченко, А.Н.Ивденко, А.Н.Запольский // Проблемы разработки руд черных металлов. - НИГРИ,Кривой Рог, 1991.- С.74-77.

23. Экономико-экологические проблемы разработки марганцеворудных месторождений Украины / Совершенствование технологии горного производства для снижения негативного воздействия на окружающую природную среду. Тезисы докладов всесоюзной научно-технической конференции.-НИГРИ,Кривой Рог,1991.-С.39-40.

24. Создание природоохранных способов добычи марганцевых руд в условиях Никопольского бассейна /Соавторы: Н.В.Хильченко, А.Н.Ивденко // Совершенствование технологии горного производства для снижения негативного воздействия на окружающую природную среду. Тезисы докладов всесоюзной научно-технической конференции НИГРИ,Кривой Рог,1991.-С.40-42.

25. Геомеханические основы технологии разработки марганцеворудных месторождений // Разработка рудных и нерудных месторождений Украины.-НИГРИ,Кривой Рог,1992.-С.77-80.

26. Проблема поддержания выемочных штреков на Таврическом опытно-промышленном ГОКе/ Соавторы: В.Х.Барбашев,А.А.Чехович, Н.А.Чегодаев // Разработка рудных и нерудных месторождений Украины - НИГРИ,Кривой Рог,1992.-С.75-77.

27. Развитие технологии добычи руд черных и цветных металлов на Украине / Соавторы: Е.Д.Прилипенко, В.П.Волощенко, А.П.Григорьев, Л.Г.Настобурко, В.А.Салганик, Н.В.Хильченко, В.В.Цари -

ковский // Горный журнал.-1993.-№5.-С.37-41.

28. Анкерная крепь для поддержания выработок в глинистых породах // Тезисы докладов юбилейной научно-технической конференции, посвященной 60-летию НИГРИ.-НИГРИ, Кривой Рог, 1993,-С.18.

29. Анкерная крепь для поддержания выработок в глинистых породах // Проблемы повышения эффективности горнорудного производства.-НИГРИ,-Кривой Рог, 1993.-С.99-102.

30. Лабораторные исследования штыревой анкерной крепи // Проблемы повышения эффективности горнорудного производства.-НИГРИ, Кривой Рог, 1994.-С.97-99.

31. Форма для изготовления сборных железобетонных элементов крепи // А.с.№ 212924/ Соавторы: И.С.Зильберов, А.К.Евтушенко/.

32. Железобетонная затяжка-стяжка // А.с. № 276871 / Соавторы: И.С.Зильберов, А.К.Евтушенко/.

33. Механизированная крепь // А.с. № 1059198 / Соавторы: С.Д.Щербаков, П.И.Корниенко, В.М.Калюсин/.

34. Способ разработки пологих пластовых месторождений полезных ископаемых // А.с. № 1624160 /Соавторы: В.Х.Барбашев /.

35. Способ разработки горизонтальных и пологих пластовых месторождений полезных ископаемых// А.с.№ 1726768 / Соавторы: А.Р.Черненко, А.С.Сидоров/.

36. Способ разработки пласта полезного ископаемого // Заявка № 4770865/03 с положительным решением/.

37. Способ извлечения крепи горных выработок //Заявка № 4941451/03 с положительным решением/.

38. Замкнутая крепь горных выработок // Заявка № 5007021/03 с положительным решением/.

39. Узел податливости крепи горных выработок // Заявка № 5007365/03 с положительным решением/.

Nickonets V.I. Geomechanical and technological principles of rock mass state control in underground mining of manganese deposits.
Thesis for a doctor's degree of technical sciences by speciality 05.15.02 - underground mining of mineral deposits. Scientific-research mining institute. Krivoj Rog, 1994.
30 scientific papers and 9 author's certificates are defended that comprise theoretical investigations of rock mass state when mining in dependence on defining factors, and also the results of experimental studies. It is founded that controlling high-plastic rock mass in strict mine-geological conditions is provided by the way of its strengthening with metal anchors and combined account of geomechanical and technological factors. Metal anchor bolting and hololess technology of its erection have been developed and introduced, and procedure of controlling rock mass state as well, the data of their effectiveness are also presented.

Никонец В.И. Геомеханические и технологические основы управления состоянием породного массива при подземной разработке марганцевых месторождений.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.15.02 - подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Научно-исследовательский горнорудный институт, Кривой Рог, 1994.

Защищается 30 научных работ и 9 авторских свидетельств, которые содержат теоретические исследования состояния породного массива при разработке в зависимости от определяющих факторов, а также результаты экспериментальных исследований. Установлено, что управление высопластичным породным массивом в сложных горно-геологических условиях обеспечивается путем его упрочнения металлическими анкерами и совместного учета геомеханических и технологических факторов. Разработаны и внедрены металлическая анкерная крепь и бесшуровая технология ее возведения, а также методика управления состоянием массива, приводятся данные об их эффективности.

Ключові слова:
швидкість зміщення порід, міцність закріплення анкерів.

Пошукач Ніконець В.І.

РТП НДГРІ ·Замовлення № 79
Підписано до друку
Об'єм 2 др. арк.
м.Кривий Ріг, пр. Гагаріна, 57

Тираж 100 прим.
5 листопада 1994 р.

Ав 31.335